

(1)

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nl ungungsschrift
11 DE 3929999 A1

21 Aktenzeichen: P 39 29 999.6
22 Anmeldetag: 8. 9. 89
43 Offenlegungstag: 19. 4. 90

51 Int. Cl. 5:
G 02 B 6/26
G 02 B 6/12
G 01 H 9/00
// G 01 C 19/64

DE 3929999 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31
14.10.88 US 257749

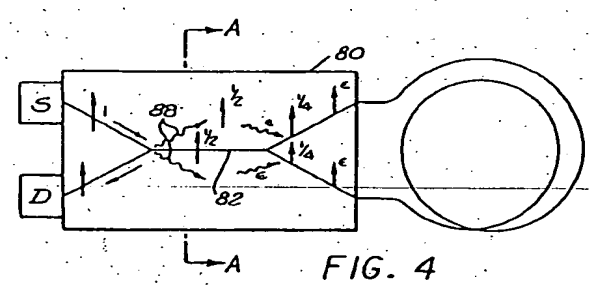
71 Anmelder:
Litton Systems, Inc., Beverly Hills, Calif., US

74 Vertreter:
Schroeter, H., Dipl.-Phys., 7070 Schwäbisch Gmünd;
Fleuchaus, L., Dipl.-Ing.; Lehmann, K., Dipl.-Ing.,
8000 München; Wehser, W., Dipl.-Ing., 3000
Hannover; Holzer, R., Dipl.-Ing.; Gallo, W., Dipl.-Ing.
(FH), Pat.-Anwälte, 8900 Augsburg

72 Erfinder:
Pavlath, George A., Thousand Oaks, Calif., US

54 Antisymmetriemodus-Filter

Beschrieben werden Vorrichtungen und Verfahren zur Verwendung in integrierten Optik-Wellenleiterschaltungen (82), welche Y-Verzweigungen enthalten, um Strahlung abzufangen und zu absorbieren oder zu modulieren, welche in das Substrat (80) ausgetreten ist, so daß die ausgetretene Strahlung in die Wellenleiterschaltung (82) nicht wiedereintreten und Fehler verursachen kann.



DE 3929999 A1

Faseroptische und integrierte optische Vorrichtungen und Bauelemente werden derzeit rasch zu Komponenten zur Verwendung in Wellenleiterschaltungen entwickelt. Derartige optische Wellenleiterschaltungen zeichnen sich gewöhnlich durch ein dielektrisches Medium aus, das die elektromagnetische Strahlung trägt, und zwar gewöhnlich im optischen Spektrum entlang vorbestimmter Pfade oder Leitungen. Diese dielektrischen Wellenleiterleitungen sind von einem zweiten dielektrischen Medium umgeben, dessen dielektrische Eigenschaften derart eingestellt sind, daß bewirkt wird, daß sich die durch die Wellenleiter fortpflanzende elektromagnetische Strahlung innerhalb dieser Wellenleiter bleibt. Bei faseroptischen Vorrichtungen nimmt dieses zweite Medium die Gestalt einer Umhüllung an, welche die leitende Faser unmittelbar umgibt. Bei integrierten Optikbauelementen dienen gewöhnlich das Substratmaterial und die Luft über dem Substrat als das zweite Medium.

Auf dem Gebiet der Interferometrie ist die starke Nutzung von Faseroptik und integrierten optischen Bauelementen üblich geworden. Ein Beispiel ist das Sagnac-Interferometer, bei dem Rotationsraten um eine vorgegebene Achse genau gemessen werden. Ein Sagnac-Interferometer ist in der Fig. 1 gezeigt, wobei die Quelle 60 Licht durch den Faserkoppler 64 und den Wellenleiter 66 auf den integrierten optischen Chip 68 lenkt, welcher eine Y-Verzweigung 72 enthält. Die Y-Verzweigung bzw. Gabelung teilt den Lichtstrahl in zwei Strahlen, welche die Schleife 70 in gegenläufigen Richtungen durchlaufen. Es ist die Drehung um eine zur Ebene der Schleife 70 senkrechte Achse, die gemessen werden soll.

Eine Drehung der Schleife bewirkt eine Veränderung der Phase zwischen den gegenläufigen Strahlen. Wenn die Strahlen an der Y-Verzweigung 72 rekombinieren, werden sie entlang des Wellenleiters 66 zurückgeführt und auf den Detektor 62 gekoppelt. Der Detektor 62 ermittelt die Intensitätsveränderung, die sich aus der Phasenverschiebung ergibt, welche in den kombinierten Strahlen auftritt, und registriert diese Veränderung als Maß der Rotation oder der Rotationsrate des Interferometers.

Kürzliche Arbeiten an solchen Interferometern nutzen durchwegs faseroptische Komponenten, d.h., daß die integrierte optische Vorrichtung 68 mit der Y-Verzweigung 72 ein zweiter faseroptischer Koppler 64 war, wie in der Fig. 1 gezeigt. Ein derartiger Koppler teilt den eintreffenden Lichtstrahl und rekombiniert ihn auch nach dem Durchlaufen der Schleife 70.

Der Wunsch, faseroptische Vorrichtungen durch integrierte optische Bauelemente zu ersetzen wurde durch die Erwartung der Möglichkeit einer besseren Miniaturisierung und geringerer Kosten bei der Herstellung solcher Bauelemente beflügelt.

Eine bevorzugte Gestaltung für ein Sagnac-Interferometer ist in der Fig. 2 gezeigt. In dieser Figur wurden der faseroptische Koppler 64 und das Wellenleitersegment 66 durch ein integriertes optisches Bauelement 30 ersetzt. Das integrierte optische Bauelement 30 ist mit zwei Y-Verzweigungen 40 und 42 und einem verbindenden Wellenleitersegment 41 versehen. Die Quelle 34 und der Detektor 36 sind unmittelbar mit dem integrierten Optikchip 30 an den jeweiligen Schenkeln der ersten Y-Verzweigung 40 verbunden. Die zweite Y-Verzweigung 42 wirkt als die frühere Y-Verzweigung 72 in der

Fig. 3 durch Aufteilen des elektromagnetischen Eingangsstrahls in die gegenläufigen Strahlen in der Faser-schleife 32. Die rückkehrenden gegenläufigen Strahlen werden in der Verzweigung 42 rekombiniert. Die kombinierten Strahlen werden dann entlang des Wellenleiters 41 über die erste Y-Verzweigung 40 zum Detektor 36 zurückgeführt.

Viele aktive oder passiv wirkende Komponenten können in integrierte optische Chipbauelemente, wie 30 eingebaut werden. Beispielsweise ist ein Polarisator 38 über das Wellenleitersegment 41 hinweg eingebaut und eine Modulationsvorrichtung 48 ist an dem auswärts laufenden Schenkel 46 der zweiten Y-Verzweigung 42 eingebaut. Derartige Elemente sind notwendig zur Einstellung von Polarisations- und Modulationsfaktoren auf den elektromagnetischen oder Lichtstrahlen, die sich in den optischen Wellenleitern fortpflanzen.

Die offensichtlichen Vorteile der Verwendung eines optischen Chips 30 mit zwei Y-Teilern war unmöglich zu erzielen wegen eines bekannten Problems bezüglich der Strahlungsleckage von den Y-Verzweigungen in das Substrat hinein. Die Fig. 3 zeigt einen integrierten optischen Chip 10, auf dem ein doppelter Y-Verzweigungs-Wellenleiter aufgebaut ist. Wenn man die Leitungen 16 und 18 als Eingangswellenleiterschlenkel zum Y-Verzweigungsknoten 12 betrachtet, sieht man, daß Licht, das entlang der einen oder der anderen dieser Leitungen verläuft, zusammengeführt und dazu gezwungen wird, sich entlang einer einzigen verbindenden Wellenleitung 28 zu einem zweiten Y-Verzweigungsknoten 14 hin fortzupflanzen. Am Knoten 14 wird der Strahl in getrennte Strahlen zur weiteren Fortpflanzung durch die Schenkel 22 und 20 hinaus aufgeteilt.

Die Probleme treten primär am Y-Verzweigungsknoten 12 auf, an dem Licht von der Verzweigung in das Substrat hinein abgestrahlt wird. Die abgestrahlte Energie wird gewöhnlich von den Wellenleitern in einem kleinen Winkel weggeführt und würde sich normalerweise durch das Substratmaterial des integrierten optischen Chips 10 weiter fortpflanzen.

Ein kleiner jedoch bedeutsamer Teil dieser abgestrahlten Energie 24 wird jedoch zurück in diejenigen Wellenleiterabschnitte gekoppelt, die stromabwärts des Y-Verzweigungsknoten 12 liegen. Frühere Forschungsarbeiten haben gezeigt, daß diese Energie 26 in die Wellenleiterstrukturen entlang des Wellenleiterelements 28 am Y-Verzweigungsknoten 1 und in die beiden Wellenleiterleitungen 20 und 22 wieder eintritt.

Eine technische Analyse zeigt, daß Licht, das in eine der Einzelmodus-Wellenleiterleitungen 16 oder 18 wiedereintritt, aus einem symmetrischen Energiemodus und einem antisymmetrischen Energiemodus zusammengesetzt ist. Am Y-Verzweigungsknoten 12 kann sich der symmetrische Modus innerhalb des Wellenleiterleiters 28 weiter fortpflanzen, jedoch wird der antisymmetrische Modus herausgezogen und in das Substrat 10 abgestrahlt. In der Fig. 3 stellt die Streustrahlung 24 die Energie mit antisymmetrischem Modus dar.

Dieses Phänomen ist recht gut in US-PS 44 68 085 und in dem Artikel "Reciprocity Properties of a Branching Waveguide" by H.J. Ardity, M. Papuchon, and C. Puech, Seiten 102-110, Fiber-Optic Rotation Sensors and Related Technologies, Springer-Verlag 1982, beschrieben.

Das Phänomen führt zu Vorspannungsfehlern von Hunderten von Grad pro Stunde in Sagnac-Interferometern und führt daher zur Unbrauchbarkeit einer derartigen integrierten optischen Doppel-Y-Struktur. Die-

se Fehlerquelle begrenzt die Genauigkeiten, die bei interferometrischen Anwendungen erzielt werden können, erheblich.

Durch die Erfindung werden eine Vorrichtung und Verfahren geschaffen, welche diesen Fehler beseitigen oder erheblich vermindern.

Durch die Erfindung werden Verfahren und Vorrichtungen bereitgestellt, welche bewirken, daß die Strahlungsenergie (Antisymmetriemodus-Energie) abgefangen und absorbiert oder von einer möglichen Wiedereinkopplung in die Schaltung weggelenkt wird, oder welche eine Differentialmodulation zwischen der abgestrahlten Energie und der geführten Energie (Symmetriemodus-Energie) herbeiführen. Durch die Erfindung wird eine Konstruktion von integrierten Optik-Chips geschaffen, welche Y-Verzweigungen enthält, wobei eine oder mehrere Schichten absorbierenden Mediums in dem Substratmaterial angeordnet und derart gestaltet sind, daß sie abgestrahlte Streuenergie abfangen und absorbieren, wodurch die Möglichkeit beseitigt wird, daß sie an einem späteren Punkt in den Wellenleiter wieder eingekoppelt werden.

Ein zweiter Entwurf gestattet es, die Streustrahlung entweder zufällig oder absichtlich in den optischen Kreis des Interferometers der Sagnac-Vorrichtung zurückzukoppeln. Die Streustrahlung wird jedoch durch Differentialmodulation zwischen den gestreuten und geführten Wellen in einen Bereich außerhalb der interessierenden Bandbreite der Messung der optischen Schaltung verschoben. Durch die Erfindung ergibt sich auch die Möglichkeit, eine einzigartige Charakteristik der Streustrahlung, beispielsweise die Polarisierung, einer Differentialmodulation derart zu unterziehen, daß eine durch die Streustrahlung verursachte Fehlerkomponente in der Detektorschaltung durch an diesem Punkt ausgeführte Signalverarbeitungsmaßnahmen demoduliert und entfernt werden könnte.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; es zeigt:

Fig. 1 eine optische Schaltung für ein Sagnac-Interferometer unter Verwendung eines einzelnen Y-integrierten optischen Kopplers gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 eine optische Schaltung für ein Sagnac-Interferometer unter Verwendung eines integrierten optischen Chips, der eine Doppel-Y-Gestaltung aufweist, welche nach dem Stand der Technik zur Verwendung in derartigen Interferometerschaltungen vorgeschlagen wurde;

Fig. 3 einen integrierten optischen Chip, der mit einem Doppel-Y-Wellenleiter auf seiner Oberfläche versehen ist, wobei der Ursprung der Streustrahlung aus einer Y-Verzweigung dargestellt ist;

Fig. 4 eine optische Schaltung für ein Sagnac-Interferometer, welches einen integrierten optischen Chip mit einer Doppel-Y-Gestaltung enthält, wobei die Energiebilanz zwischen der innerhalb des Wellenleiters geleiteten Strahlung und der Leckstrahlung dargestellt ist;

Fig. 4A einen Querschnitt durch den integrierten optischen Chip, der eine eingebettete Materialschicht zum Abfangen der von dem führenden Wellenleiter abgestrahlten Energie auf der Oberfläche des Chips aufweist;

Fig. 4B einen alternativen Querschnitt mit einem Phasenangepaßmedium und einem Absorbierungsmedium, die in dem Substrat eingebettet sind;

Fig. 5 eine Doppel-Y-Wellenleiterschaltung auf einem Substrat mit Polarisierungs- und Modulierungselektroden, die auf der Oberfläche des Substrats gestaltet sind;

Fig. 5B einen Querschnitt gemäß B-B der Modulierungselektroden, die zum Abfangen der antisymmetrischen Strahlung im Substrat angeordnet sind; und

Fig. 6 eine Doppel-Y-Wellenleiterschaltung mit Modulierungselektroden, die an jedem Y-Knoten angeordnet sind.

Erfindungsgemäß sind eine Vorrichtung und ein Verfahren vorgesehen, bei denen die abgestrahlte elektromagnetische Energie (Antisymmetriemodus-Energie) abgefangen und absorbiert wird oder in einer Weise abgeändert wird, daß sie als Fehlerquelle in dem optischen Pfad des Interferometerkreises beseitigt wird. Die Absorbierung der Streustrahlung hat die Wirkung, daß die Möglichkeit beseitigt wird, daß sie sich selbst in die optischen Kreiswellenleiter zurückkoppeln kann. Das Modulieren oder Abändern der Beschaffenheit des Lichts in anderer Weise, das unerwünscht aus einer Y-Verzweigung abgestrahlt wurde, eröffnet die Möglichkeit, jeden Fehler herauszuholen, wenn diese Strahlung in den optischen Pfad des Interferometers wieder eintreten sollte.

Die Fig. 4 zeigt die Doppel-Y-Gestaltung angeordnet auf einem integrierten Optikchipsubstrat 80 in einer Schaltung, welche ein Sagnac-Gyroskop darstellt. Die von der Quelle kommende Energie besitzt eine nominelle Intensität I , wie in der Fig. 4 dargestellt. Eine Hälfte dieser Energie wird von der ersten Y-Verzweigung abgestrahlt, wie ebenfalls angegeben. Etwas von dieser von der Y-Verzweigung abgestrahlten Energie findet ihren Weg zurück in die Sagnac-Optikschaltung stromabwärts von der Y-Verzweigung, und zwar als Fehlerquelle ϵ .

Wie aus dem Diagramm ersichtlich ist, wird eine Hälfte der Nominalquellenenergie in gleicher Weise durch die zweite Y-Verzweigung in jeden ihrer Ausgangsschenkel aufgeteilt und fällt auf ein Viertel der von der Quelle abgegebenen Intensität ab. Dieser Teil umfaßt auch die unerwünschte Fehlerquelle ϵ . Als Ergebnis pflanzen sich nun zwei Strahlen mit Intensitäten von ungefähr gleich einem Viertel der ursprünglichen Quellenintensität zuzüglich einer eingekoppelten Fehlerkomponente ϵ in entgegengesetzten Richtungen um die Sagnac-Schleife 70 herum fort.

Diese geführten Strahlen werden durch den zweiten Koppler rekombiniert und danach wird der kombinierte Strahl zum Detektor geführt. Der entlang des Wellenleiters 82 rücklaufende kombinierte Strahl enthält Energiekomponenten, welche vollständig der Wellenleiterarchitektur der Schaltung ausgesetzt waren und derart behandelt wurden, daß die Aufrechterhaltung der Reziprozität garantiert wird. Fehlerkomponenten, die teilweise außerhalb der Schaltung übertragen wurden, sind der Reziprozitätskontrolle nicht unterworfen. Es ist diese Fehlerkomponente, welche inakzeptable Fehler am Detektor verursacht.

Ein Querschnitt des Substrats des Substrats 80 ist in der Fig. 4A gezeigt. An den Punkt des gerade nach der ersten Y-Verzweigung genommenen Querschnittes ist der Wellenleiter 82 in die Oberfläche des Substrats 80 eingebettet dargestellt. Die von dem Wellenleiter geführte Energie wird durch den Pfeil mit dem Bruchteil $1/2$ benachbart zu ihm angezeigt. Die Strahlungsenergie ist durch Wellenlinien angedeutet, welche von dem Wellenleiter 82 weggerichtet sind, und wie gezeigt, wird eine Hälfte der Intensität auch in dem Substrat geführt.

Es wurde gefunden, daß die abgestrahlte Energie 88 in einem ziemlich begrenzten Raumwinkel ausgerichtet ist, dessen Richtung an dem existierenden Wellenleiter

32 nach unten geneigt ist, während sich die abgestrahlte Energie durch das Substrat 80 fortpflanzt.

Das Einbringen einer Absorptionsschicht 84 in einer Tiefe d (angegeben durch das Bezugszeichen 86) in dem Substrat bewirkt, daß die abgestrahlte Strahlung 88 abgefangen und absorbiert wird. Bei der Absorption der Strahlung wird sehr wenig, wenn überhaupt eine Menge in den optischen Gyrokreis zurückgestreut, um Fehlerprobleme zu verursachen. Diese Absorptionsschicht 84 kann eine Absorptionsstruktur aus mehreren unabhängigen Lagen sein oder kann auch als zwei- oder dreidimensionale Absorptionsstruktur geformt sein.

Wenn die Schicht 84 speziell zur Absorption der unerwünschten Strahlung gestaltet ist, brauchen ihre Gestalt und Lage nur durch die Notwendigkeit kontrolliert sein, daß sie außerhalb des den Wellenleiter 82 umgebenden Dämpfungsfeldes und innerhalb einer Entfernung liegt, daß sie die Strahlungsenergie 88 wirksam abfangen kann; beispielsweise in einer Entfernung von einem Millimeter von der Y-Verzweigung darf erwartet werden, daß die Strahlung eine Tiefe von 17 μm in dem Substrat erreicht hat. An diesem Punkt sollte daher das Absorptionsmedium zwischen 2 und 17 μm von dem leitenden Wellenleiter auf der Oberfläche des integrierten Optiks substrats 80 angeordnet werden. Verfahren zur Anbringung einer derartigen Schicht in einem für optische Wellenleiter verwendeten Substrat, wie LiNbO_3 oder InGaAs, sind vielfältig und im Fachgebiet wohl bekannt. Physikalische Methoden zur mechanischen Anbringung einer derartigen Schicht sind ebenso verfügbar wie gewöhnliche Verfahren, wie beispielsweise eine Abscheidung durch Gas, Flüssigkeit, Molekularstrahlepitaxie und chemisch durch Dampf. Moderne Solgel-Verfahren zum Gießen von Glasstrukturen bei Raumtemperaturen sind ebenfalls anwendbar.

Eine heutzutage verfügbare Technik, wie in der Fig. 4B gezeigt, zur Verwendung auf Materialien wie GaAs, beginnt mit dem Substrat 94. Unter Verwendung einer der verschiedenartigen Abscheidungsverfahren, wie gewünscht, wird eine verlustbehaftete oder absorbierende Schicht 92 mit einer Dicke in der Größenordnung von ein paar Micrometer auf dem Substrat 94 abgeschieden. Eine Phasen-Anpaßschicht 90 wird auf der verlustbehafteten Schicht 92 abgeschieden. Schließlich wird die Schicht 80, auf der der Wellenleiterkreis 82 gebaut wird, auf der Phasen-Anpaßschicht 90 geformt. Der Wellenleiterpfad 82 kann entweder durch Eindiffusion, durch eine Grat-Wellenleitertechnik (ridge waveguide technique) oder durch andere auf dem Fachgebiet bekannte Verfahren geformt werden.

Die Phasen-anpaßschicht 90 dient zur wirksamen Einkopplung der abgestrahlten Energie in die Absorptionsschicht 92. Diese Schicht besitzt Fortpflanzungskonstanten für die abgestrahlte Energie, die den Fortpflanzungskonstanten der Absorptionsschicht 92 angepaßt ist, um diesen Energietransfer zu bewirken. Die Phasen-anpaßschicht kann ein eindimensionaler Block sein oder sie kann eine zwei- oder dreidimensionale Gestaltungsstruktur annehmen. Ein Beispiel einer dreidimensionalen Struktur ist ein Amplitudengitter mit räumlicher Periodizität. Ein dielektrisches Gitter könnte ebenfalls verwendet werden.

Mit einem alternativen Verfahren kann das Wellenleiter substrat mit dem bereits angebrachten Wellenleiterpfad 92 sorgfältig auf eine vorgewählte Dicke d poliert werden, welche durch die Eindringtiefe der Strahlung in dieses Substrat bestimmt ist. Eine Absorptionsschicht 84 oder eine Kombination von Phasen-anpas-

sungsschicht 90 und Absorptionsschicht 92 werden am Boden des polierten Substrats befestigt. Um mechanische Festigkeit zu erzielen, kann ein Sekundärsubstrat 94 unterhalb der Absorptionsschicht befestigt werden. Diese Ausführung liefert ein mechanisch robustes Bauelement.

Es ist anzumerken, daß all diese Beschreibungen sich auf Wellenleiterstrukturen beziehen, in denen der tatsächliche Wellenleiterpfad auf der Oberfläche der Substrate abgeschieden ist; die Erfindung muß jedoch nicht auf diese spezielle Ausführungsform beschränkt sein. Die Technik und die Verfahren gemäß der Erfindung sind gleichermaßen wirksam zur Steuerung der Streustrahlung von Y-Verzweigungsknoten, falls die Wellenleiterpfadstruktur in ein Material des Substrats und unter der Oberfläche des Substrats eingebettet ist. Bei einer derartigen Struktur kann das Material über dem Wellenleiter als Superstrat betrachtet werden, während das Material unter der Ebene des Wellenleiters als Substratbereich betrachtet wird. Bei diesem Aufbau wird Strahlung aufwärts in das Suprastrat und auch nach unten in das Substrat gelenkt. Getrennte Absorptionsschichten müssen nun über der Ebene der Y-Verzweigung (in dem Suprastrat) und unterhalb dieser Ebene (in dem Substrat) angeordnet werden.

Eine weitere bestimmte Ausführungsform nutzt die Möglichkeit, die unerwünschte abgestrahlte Energie zu berücksichtigen, ohne auf der Absorption oder Abführung der Energie von den Wellenleitern weg zur Vermeidung der Rekombination oder des Rückkoppelns in die optische Gyroschaltung hinein zu beruhen. Bei dieser Ausführungsform läßt man die unerwünschte Strahlung in die Wellenleiter und in den optischen Gyrokreis wiedereintreten.

Die Fig. 5 zeigt wiederum ein integriertes Optiks substrat 100 (ähnlich dem Substrat 80 in der Fig. 4), das mit einem Polarisator 102 gestaltet ist, der in einem Einzelmoduswellenleiter 106 aufgebaut ist, und mit einer Modulationsanordnung von Elektroden 104. Bei diesem Bauelement wird durch den Modulator 104 eine Differentialphasenmodulation zwischen den geführten und abgestrahlten Moden der Energie herbeigeführt.

Durch Modulation über das Element 104 kann der Vorspannungsfehler, der durch die Wiedereinkopplung des abgestrahlten Lichts verursacht wird, aus der Gyro-Bandbreite herausgeschoben werden. Wenn beispielsweise eine rechteckige Spannungswellenform an die Modulatorelektroden 110 und 112 angelegt wird, siehe Fig. 5A, und zwar mit einer Amplitude, die derart eingestellt ist, daß sie eine 2π Scheitel-zu-Scheitel-Phasenverschiebungen zwischen den geführten und abgestrahlten Moden ergibt, und mit einer Frequenz, die größer ist als die Gyrobandbreite, dann wird alle Interferenz zwischen den geführten und den abgestrahlten Moden, die nach der Wiedereinkopplung auftritt, derart moduliert, daß sie außerhalb der Gyro-Bandbreite liegt. Diese kann elektronisch aus dem erwünschten Gyrosignal am Ausgang des Fotodetektors 124 ausgefiltert werden. Es ist eine breite Wahl von Modulationswellenformen möglich, beispielsweise sinusförmige, rechteckförmige, usw. Jeder Typ von Wellenform erfordert eine spezielle einzigartige Treiberamplitude, damit die Interferenz zwischen den geführten und abgestrahlten Moden aus der Gyrobandbreite herausmoduliert wird.

Um das Modulationsverfahren wirksam zu nutzen, sind die Elektroden auf der Oberfläche des Substrats 100 und an beiden Seiten des leitenden Wellenleiters 106 angebracht, obgleich andere Gestaltungen gleicher-

maßen akzeptabel sind. Im Betrieb werden die Modulatorelektroden 110 und 112 alternierend über an sie angelegte zyklische Signale polarisiert. Ein elektrisches Feld existiert dann zwischen den Elektroden n und überquert den optisch leitenden Einzelmodus-Optikleiter 106. Durch geeignete Konstruktion der Elektrode und der Wellenleiteranordnung und der elektrischen Steuerung der Schaltung, kann das elektrische Feld derart lokalisiert werden, daß nur die geführte Wellenenergie im Wellenleiter 106 und nicht die abgestrahlte Energie 114 beeinflußt wird. Eine allgemeine Regel für diese Konstruktion erfordert, daß der Elektrodenspalt nicht größer ist als die Tiefe des Wellenleiters 106, die gewöhnlich 2 bis 3 μm beträgt.

Eine Alternative zur Ausführungsform der Fig. 5A ist in der Fig. 5B gezeigt, welche einen ähnlichen Querschnitt an der Stelle $B-B$ der Fig. 5 zeigt. Diese Ansicht zeigt Elektroden 120 und 122, die innerhalb des Substratmediums in einer derartigen Weise untergebracht sind, daß das elektrische Feld zwischen den beiden Elektroden im wesentlichen nur die abgestrahlte Energie 114 und nicht die geführte Energie in dem Einzelmodus-Wellenleiter 106 beeinflußt.

Die Fig. 6 zeigt einen integrierten Optikchip 130, der mit einer Doppel-Y-Schaltung mit den Verzweigungen 136 und 138 versehen ist. Elektrodengruppen 132 und 134 wurden angebracht, um Signale aus jeder Y-Verzweigung differentiell zu modulieren, wie erforderlich. Diese Gestaltung würde man erwarten, wenn Fehler aus Lichtquellen, welche in jede Y-Verzweigung eintreten, signifikant sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ausfilterung von Streustrahlung aus einem optischen Wellenleiter, mit einem Substratmedium, dessen eine Oberfläche zum Halten und zur Führung elektromagnetischer Wellen gestaltet ist, gekennzeichnet durch:

Wenigstens eine Vorrichtung zur Kombinierung von mehr als einer geführten elektromagnetischen Welle in eine ausgewählte verminderte Anzahl von geführten elektromagnetischen Wellen auf der gestalteten Oberfläche; und

Einrichtungen, die in dem Substrat angeordnet sind, um von der Kombiniervorrichtung abgestrahlte Energie von der nicht abgestrahlten Energie der geführten elektromagnetischen Welle zu unterscheiden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Einrichtung zur Rekombinierung aus folgenden Elementen besteht:

Einrichtungen, die innerhalb des Substrats angeordnet sind, um die abgestrahlte elektromagnetische Welle zurück zur Oberfläche zu führen, welche die nicht abgestrahlte elektromagnetische Welle führt; und

Einrichtungen zur Veränderung der Eigenschaften der abgestrahlten elektromagnetischen Welle, um die abgestrahlte Welle und die nicht abgestrahlte Welle voneinander unterscheidbar zu machen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit einem Frequenzmodulator, welcher die Frequenz der abgestrahlten elektromagnetischen Welle von der nicht abgestrahlten elektromagnetischen Welle unterschiedlich macht, um jede von der anderen unterscheidbar zu machen, wenn sie rekombiniert sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit einem Phasenmodulator, der die Phase der abgestrahlten elektromagnetischen Welle von der nicht abgestrahlten elektromagnetischen Welle unterschiedlich macht, um jede von der anderen unterscheidbar zu machen, wenn sie rekombiniert sind.

5. Sagnac-Gyointerferometer mit einem integrierten Optikbauelement, welches ein Substratmedium und eine auf der Oberfläche des Substrats gestaltete optische Wellenleiterschaltung umfaßt, wobei die Schaltung eine erste und eine zweite Y-Verzweigung einschließt, deren Knoten mit einem gemeinsamen Schaft verbunden sind, und von denen jede einen ersten und einen zweiten Schenkel zur Verwendung als Ausgänge oder Eingänge der Schaltung des integrierten Optikbauelements besitzt, gekennzeichnet durch:

Eine Anordnung zum Abfangen und zur differentiellen Modulation wenigstens einer der physikalischen Eigenschaften von einer oder beiden der geführten Strahlung innerhalb der Wellenleiter und der an den Knoten der Y-Verzweigungen ausgesandten Streustrahlung;

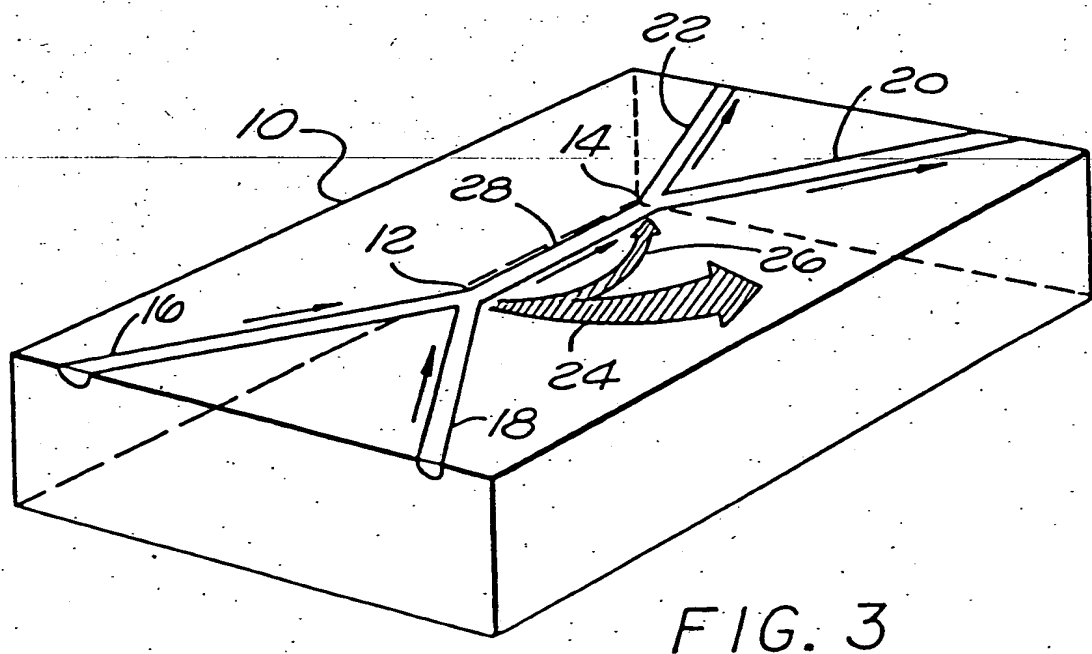
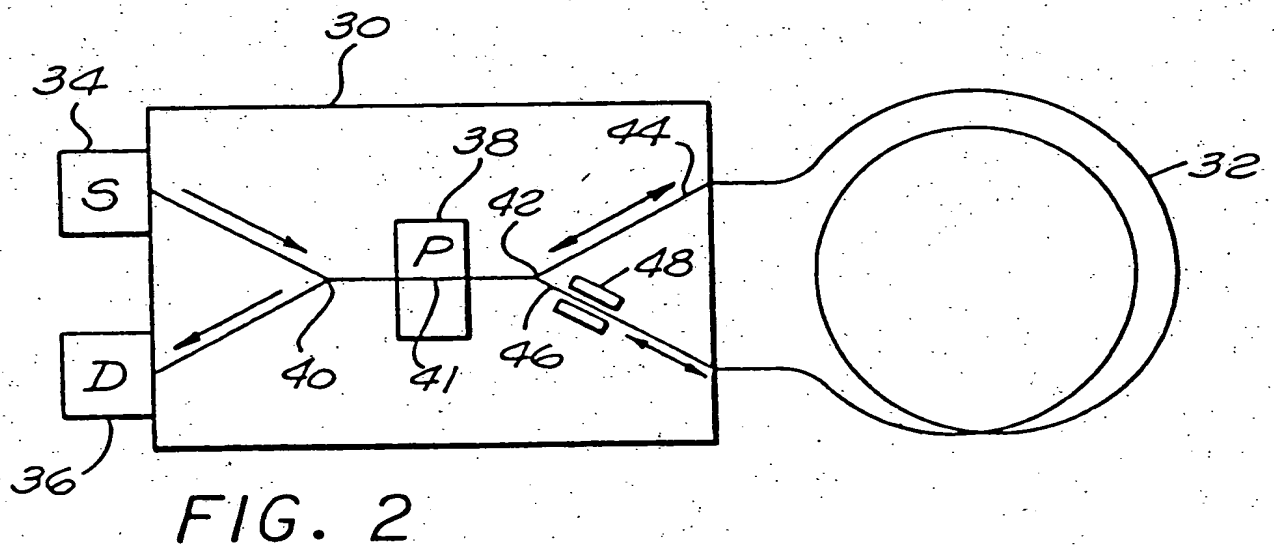
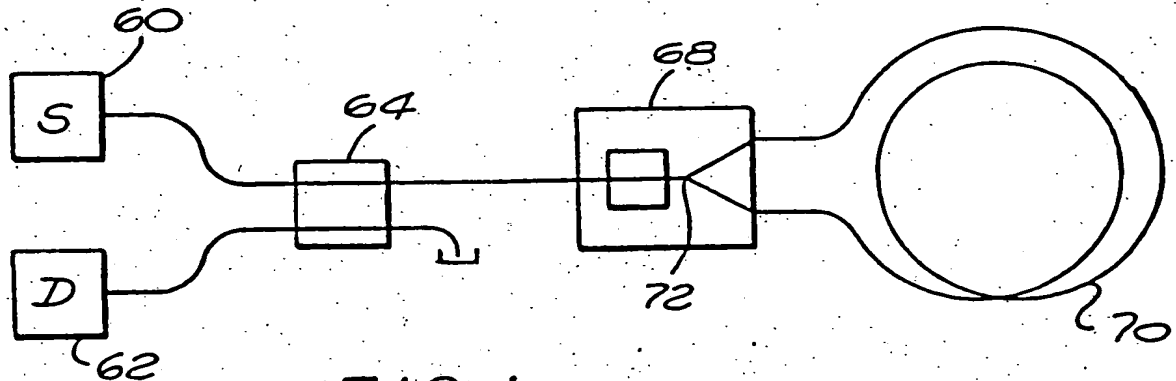
eine optische Faserwellenleiterschleife zum Leiten von zwei Teilen eines Lichtstrahls in entgegengesetzten Richtungen, die an einem ersten und einem zweiten Ende der Schleife zum Eintritt in die Schleife gerichtet sind,

wobei das erste Ende mit dem ersten Schenkel der ersten Y-Verzweigung verbunden ist und das zweite Ende mit dem zweiten Schenkel der ersten Y-Verzweigung;

eine zur Aussendung des Lichtstrahls in den ersten Eingangs/Ausgangs-Schenkel der zweiten Y-Verzweigung angeschlossene Lichtquelle; und einen mit dem zweiten Schenkel der zweiten Y-Verzweigung verbundenen Detektor.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



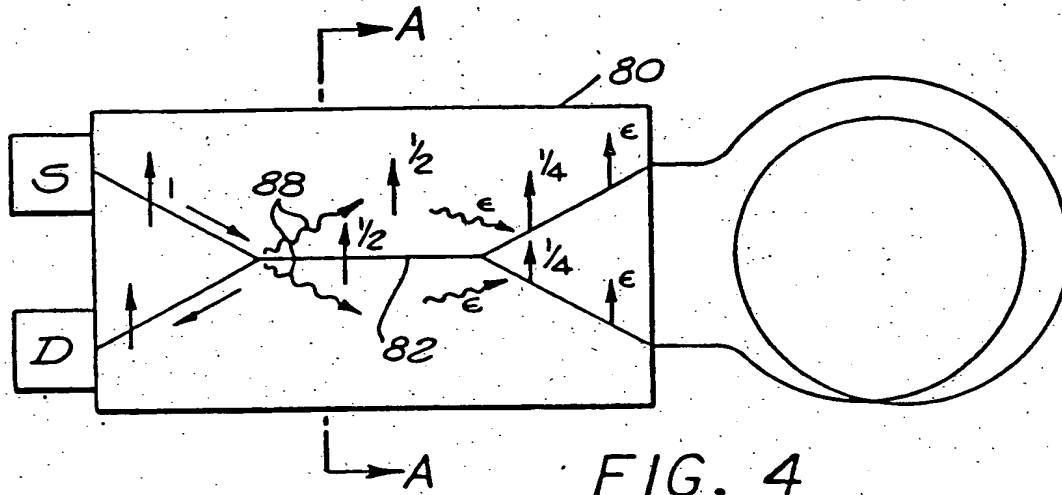


FIG. 4

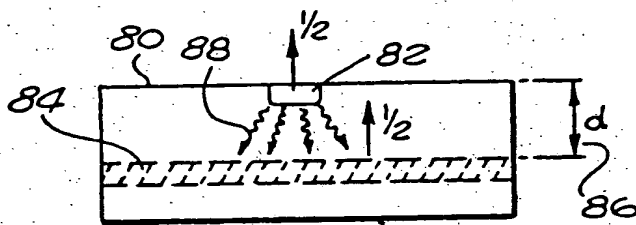


FIG. 4A

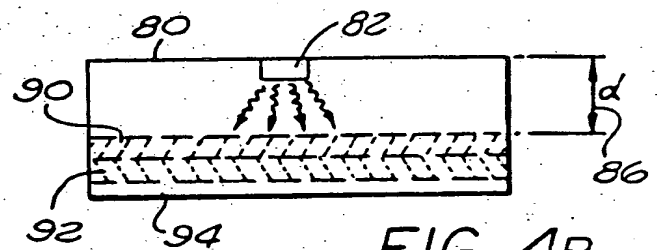


FIG. 4B

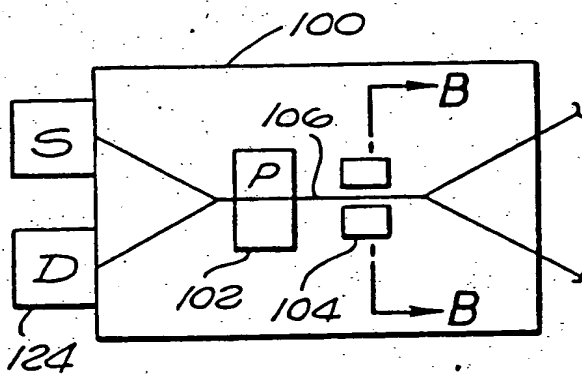


FIG. 5

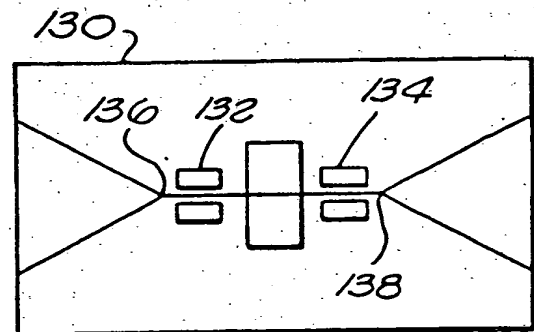


FIG. 6

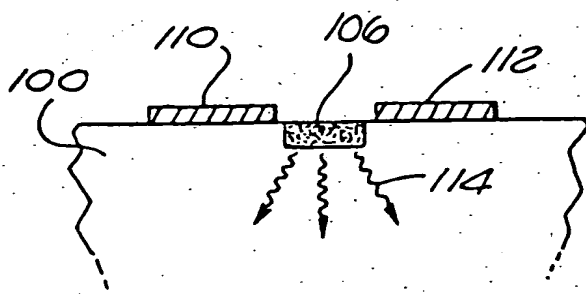


FIG. 5A

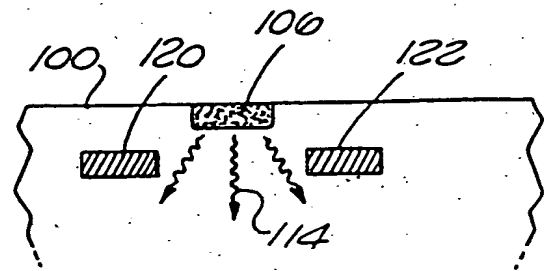


FIG. 5B